



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 37 258 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/32
B 60 T 8/60
B 60 T 8/48
B 60 T 13/66

②① Aktenzeichen: 195 37 258.1
②② Anmeldetag: 6. 10. 95
④③ Offenlegungstag: 2. 5. 96

DE 195 37 258 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
27.10.94 US 329928

⑦① Anmelder:
Ford-Werke AG, 50735 Köln, DE

⑦④ Vertreter:
Bonsmann, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 41063
Mönchengladbach

⑦② Erfinder:
Hrovat, Davorin David, Wayne County, Mich., US;
Tran, Minh Ngoc, Wayne County, Mich., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Abschätzen des Drucks in einer hydraulisch betätigten Steuerungsvorrichtung

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abschätzen eines hydraulischen Drucks in einer Steuerungsvorrichtung beschrieben, die - bezogen auf eine Druckquelle abgesetzt angeordnete - hydraulische Drucksteller enthält, wobei der Druck an der abgesetzten Stelle auf der Basis einer kalibrierbaren Beziehung zwischen einem abgeschätzten Bremsdruck und der Differenz in dem zu dem Drucksteller hin- und davon wegfließenden Fluidvolumen abgeschätzt werden kann, wodurch sich die Notwendigkeit des Einsatzes von Druckgebern erübrigt, um ein Drucksignal für die Verwendung in einer elektronischen Steuerungsvorrichtung zu erhalten. Ein tatsächliches Tastverhältnis für ein magnetisch betätigtes Fluiddurchfluß-Steuerungsventil in dem Stellerkreis wird gemäß einer empirischen Beziehung der Differenz zwischen (i) dem abgeschätzten Bremsdruck und dem Zuführungsdruck und (ii) einem befohlenen Tastverhältnis ermittelt.

DE 195 37 258 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 96 602 018/575

11/29

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen des Drucks in einer hydraulisch betätigten Steuerungsvorrichtung bei elektronischen Steuerungsvorrichtungen für Fluid-Drucksysteme, insbesondere bei elektrohydraulischen Steuerungsvorrichtungen für Kraftfahrzeuge, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Mit der Erfindung wird die Anwendung elektrohydraulischer Steuerungsvorrichtungen zum Abschätzen des Druckes in einem hydraulischen Drucksteller verbessert. Das erfindungsgemäße Druckabschätzverfahren ist beispielsweise bei der Erzeugung eines Bremsdrucksignals an den Radbremsstellern eines Kraftfahrzeugbremsystems mit Antiblockier-Eigenschaften einsetzbar. Es kann weiterhin bei einer Steuerung gegen Rad-Durchdrehen und einer interaktiven Fahrzeugdynamik-Steuerung eingesetzt werden.

Bei einem Bremssystem mit Eingriffsmöglichkeiten gegen Rad-Durchdrehen ist ein Traktionsverlust vermeidbar, wenn die Radtraktion durch die Straßenoberflächenreibung verändert wird. Das Fahrzeug kann beim Bremsvorgang sicher beherrscht werden, wenn die elektronisch gesteuerten Bremsen ein Rad-Durchdrehen schnell und unabhängig von einem Eingriff des Fahrers verhindern. Bei Antiblockier-Bremssystemen ist der Hauptbremszylinder die Druckquelle. Dabei sind zwei Ein/Aus-Magnetventile zum Steuern jedes Radbremsen-Druckstellers vorgesehen, von denen das eine den Bremsdruckaufbau und das andere den Bremsdruckablaß steuert. Der Bremsdruck wird durch die normalerweise offenen Füll-Magnetventile erhöht und durch die normalerweise geschlossenen Druckablaß-Magnetventile abgesenkt, welche den Bremsdruck in einen Vorratsbehälter ablassen.

Ein Merkmal von Steuerungssystemen dieser Art ist die Fähigkeit, den Bremsdruck als Eingangsinformation für eine elektronische Steuerungsvorrichtung nutzen zu können. Der Radbremsdruck muß bekannt sein, um die gewünschte Steuerung der interaktiven Fahrzeugdynamik, wie z. B. ein bremsgesteuertes Lenken, zu erreichen. Der direkteste Weg, diese Information zu erhalten, ist der Einsatz eines Druckgebers. In der Praxis ist jedoch der Einsatz von Druckgebern in der rauen Umgebung einer Fahrzeugradbremse nicht durchführbar. Obwohl ein standfester und zuverlässiger Druckgeber in solchen Umgebungen eingesetzt werden könnte, würden die für die Herstellung eines Bremssystems mit einem derartigen Druckgeber erforderlichen Kosten erheblich sein.

Mit der erfindungsgemäß vorgesehenen Steuerungsvorrichtung kann eine effektive und praktikable Druckabschätzung der Radbremsdrücke, basierend auf einfachen Bremssystemmodellen, erzielt werden. Die Elemente der Vorrichtung sind ein Druckerzeuger (entweder ein Druckakkumulator oder ein Hauptbremszylinder) und ein Ventilkreis, der Bremsfüll- und Bremsdruck-Ablaßventile enthält, welche inhärent einen Ventilwiderstand aufweisen. Derartige Systeme weisen einen strukturellen und fluiddynamischen Nachgiebigkeitsfaktor hinsichtlich der Gesamtbremsanlage auf.

Gemäß der Erfindung kann die Nachgiebigkeit und der Ventilwiderstand durch die Beziehung zwischen dem Volumen eines in die Bremssteller hinein und aus diesen heraus strömenden Fluids und einem effektiven oder tatsächlichen Druck berücksichtigt werden. Diese Beziehung hängt von experimentell ermittelten empiri-

schen Daten ab. Bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Leitungsdruck gemessen und der abgeschätzte Bremsdruck während jeder Hintergrundsteuerungsschleife des Mikroprozessors erhalten. Der abgeschätzte Bremsdruck wird mit einem Referenz-Leitungsdruck oder Ablaßdruck verglichen und die Differenz dazu verwendet, ein effektives oder tatsächliches Tastverhältnis (relative Einschaltdauer eines Ventils) für die Ablaß- und Füllventile jedes Radbremsstellers zu erhalten. Dies erfolgt durch Adressieren von Speicherstellen des Mikroprozessors, in welchen empirische Daten gespeichert sind, die eine Beziehung zwischen diesem Differenzdruck und dem befohlenen Tastverhältnis angeben.

Nach Erhalt des tatsächlichen Tastverhältnisses verwendet der Prozessor diesen Wert zusammen mit der Differenz zwischen dem Leitungsdruck und dem abgeschätzten Bremsdruck, um einen differentiellen Durchflußwert zu erhalten, welcher integriert einen Meßwert für die Differenz des über die Füll- und Ablaßventile in den Steller eintretenden und diesen verlassenden Fluidvolumens darstellt. Diese Volumendifferenz wird dann zum Adressieren einer anderen Registeradresse in dem Mikroprozessorspeicher verwendet, um einen abgeschätzten Bremsdruck unter Nutzung empirischer Daten zu erhalten, welche die Beziehung zwischen einem abgeschätzten Bremsdruck und einer Volumendifferenz angeben.

Diese Steuerungsstrategie wird zum Steuern befohlener Tastverhältnisse sowohl für die Füll- als auch für die Ablaßventile jedes Radbremsstellers verwendet, welche als pulsweiten-modulierte Magnetventile ausgebildet sind. Für das Füllventil und das Ablaßventil werden getrennte Befehle erzeugt. Dies führt zu wesentlich reduzierten Fluiddurchflußanforderungen an die Bremsdruckversorgungspumpe bzw. den Akkumulator. Dieses Steuerungsverfahren arbeitet direkter als nach dem Stand der Technik bekannte Steuerungsverfahren. Das bei der Erfindung benutzte tatsächliche Tastverhältnis ist sowohl eine Funktion des befohlenen Tastverhältnisses als auch der Druckdifferenz über den Ventilen.

Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren stellt ein System mit offenem Regelkreis dar und ist — wie im Falle der meisten Steuerungssysteme mit offenem Regelkreis — potentiell anfällig gegenüber unvorhergesehenen Veränderungen. Solche Veränderungen sind jedoch für das vorliegende Druckabschätzverfahren folgenlos.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Radbremseinrichtung eines Kraftfahrzeugs mit Traktionssteuerungs- und Antiblockier-Bremsfunktionen;

Fig. 2 ein Diagramm mit einer Darstellung der Beziehung zwischen einem befohlenem Tastverhältnis und einem tatsächlichen Tastverhältnis für das Druckaufbauventil des linken Vorderrades des Kraftfahrzeugs für unterschiedliche Differenzdrücke an einem Druckaufbauventil;

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, welche die Beziehung zwischen einem befohlenem Tastverhältnis und einem tatsächlichen Tastverhältnis für verschiedene Differenzdrücke an dem linken vorderen Druckablaßventil des Kraftfahrzeugs zeigt;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, welche die Beziehung zwischen einem befohlenem Tastverhältnis und einem tatsächlichen Tastverhältnis für verschiedene Differenzdrücke für das rechte vordere Druckaufbau-

ventil des Kraftfahrzeugs zeigt;

Fig. 5 eine Darstellung ähnlich Fig. 2, welche die Beziehung zwischen einem befohlenem Tastverhältnis und einem tatsächlichen Tastverhältnis für verschiedene Differenzdrücke für das rechte vordere Druckablaßventil des Kraftfahrzeugs zeigt;

Fig. 6 ein Blockschaltbild eines Teils des Mikroprozessors, der im Unterschied zu einer diskreten Superblock-Verarbeitungseinheit nachfolgend als zusammenhängender Superblock bezeichnet wird, und der zur Ermittlung des tatsächlichen Tastverhältnisses an dem linken und rechten Hinterradbremsteller vorgesehen ist;

Fig. 7 ein Blockschaltbild eines Bremsenmodells, welches einen Teil des Blockschaltbildes von Fig. 6 darstellt und bei dem das in den in Fig. 6 dargestellten Steuerungsvorrichtungsabschnitten berechnete tatsächliche Tastverhältnis genutzt wird, um einen abgeschätzten Druck an den Radbremsen während jeder Hintergrundschleife des Prozessors zu erzeugen;

Fig. 8 ein Blockschaltbild des schematisch in Fig. 6 dargestellten Abschnittes des Systems für die Ermittlung des tatsächlichen Tastverhältnisses für die linken und rechten Fahrzeugbremssteller;

Fig. 9 eine graphische Darstellung, welche den befohlenen Druck über der Zeit aufgetragen für das Radbremssystem der Fig. 1 darstellt; und

Fig. 10 die Korrelation zwischen dem mit einem herkömmlichen Druckgeber gemessenen tatsächlichen Bremsdruck und dem mit dem erfindungsgemäß vorgesehenen Druckabschätzverfahren erhaltenen abgeschätzten Bremsdruck.

Obwohl die Erfindung bei einer Vielfalt von Drucksteuerungssystemen einsetzbar ist, erfolgt die Beschreibung eines Ausführungsbeispiels gemäß Darstellung in Fig. 1 für ein Räder aufweisendes Fahrzeug mit Traktions-Steuerungsmerkmalen und Antiblockier-Bremsmerkmalen.

Ein Mehrpositions-Bremspedal, welches vom Fahrer betätigbar ist, trägt die Bezugsziffer 10. Ein mit 12 bezeichneter, schematisch dargestellter Positionssensor dient zum Anzeigen des Beginns des Bremsvorgangs.

Ein Hauptbremszylinder 14 ist in einem Druckversorgungskreis angeordnet, der einen Bremsfluid-Vorratsbehälter 16 enthält, welcher mit Niederdruck-Einlaßanschlüssen 18 und 20 des Hauptbremszylinders 14 in Verbindung steht. Eine Membrananordnung 22 eines Bremskraftverstärkers reagiert auf einen von dem Motoreinlaßkrümmer eines Verbrennungsmotors im Antriebsstrang erzeugten Differenzdruck. In bekannter Weise ergibt sich der an dem Druckauslaß 24 erzeugte Druck aus der von dem Fahrer an dem Bremspedal 10 erzeugten Bremskraft und aus der durch die Membrananordnung 22 erzeugten Verstärkung der Bremskraft.

Ein mit 26 bezeichneter, schematisch dargestellter Druckakkumulator dient als Druckquelle für die Traktionssteuerungsvorrichtung für eine linke hintere Bremse 28 und eine hintere rechte Bremse 30. Der Akkumulator wird von einem kleinen Motor 32 geladen, der eine Ladepumpe 34 antreibt. Falls gewünscht, kann der Motor 32 auch eine zweite Druckvorratspumpe 36 für eine vordere linke Radbremse 38 und eine vordere rechte Radbremse 40 antreiben. Die Pumpen 34 und 36 werden über Versorgungsleitungen 42 bzw. 44 mit Fluid aus dem Vorratsbehälter 16 versorgt. Rückschlagventile 46 und 48 verhindern einen Rückfluß zu den Pumpen 34 und 36.

Der Hauptbremszylinder 14 liefert über die Leitung 24 Bremsfluiddruck zu einem magnetisch betätigten

Füllventil 50 und zu einem magnetisch betätigten Druckablaßventil 52 für die vordere linke Radbremse 38. Er liefert auch Fluiddruck zu einem magnetisch betätigten Füllventil 54 für die vordere rechte Radbremse 40. Ein magnetisch betätigtes Druckablaßventil 56 für die Radbremse 40 steht mit einer Niederdruckleitung 58 in Verbindung, welche zu dem Vorratsbehälter 16 führt. Das Druckablaßventil 52 für die vordere linke Bremse 38 steht weiterhin über die Leitung 58 mit dem Vorratsbehälter in Verbindung.

Die Radbremse 28 weist ein Füllventil 60 auf, welches ebenso wie ein Füllventil 62 für die Radbremse 30 mit einer Akkumulator-Druckleitung 61 in Verbindung steht. Magnetisch betätigte Druckablaßventile 64 und 66 für die Radbremsen 28 bzw. 30 stehen über eine Niederdruckleitung 68 ebenfalls mit dem Vorratsbehälter in Verbindung.

Der Akkumulator wird von einem magnetisch betätigten Ein/Aus-Ventil 70 aktiviert, welches von dem Prozessor gesteuert wird.

In Fig. 6 ist in der Form eines Blockschaltbildes das Steuermodul des Prozessors dargestellt, welches für eine Abschätzung des Drucks an den Radbremsen als Reaktion auf befohlene Tastverhältnissignale vorgesehen ist. Die Eingangssports für den Prozessor sind mit 72, 74, 76 und 78 bezeichnet, wobei mit 72 der Eingang für das Druckaufbau-Tastverhältnis des Magnetventils 50, mit 74 das Druckablaß-Tastverhältnis für das Magnetventil 52, mit 76 das Druckaufbau-Tastverhältnis für das Magnetventil 54 und mit 78 das Druckablaß-Tastverhältnis für das Magnetventil 56 bezeichnet ist.

Üblicherweise arbeiten pulsbreitenmodulierte Ventile dieser Art mit einer Trägerfrequenz zwischen 30 und 100 Hz. Bei der Modellierung eines solchen Systems ohne Rückgriff auf das erfindungsgemäß vorgesehene Verfahren mit der Nutzung eines tatsächlichen Tastverhältnisses wären sehr kleine Integrationsschritte erforderlich, um einen Wert für den Durchfluß und den Druck durch ein Integrationsverfahren zu erhalten. Um eine Tastverhältnisauflösung von 1% zu erhalten, wäre beispielsweise eine Schrittgröße in der Größenordnung von 200 Mikrosekunden erforderlich. Das wäre für eine praktikable direkte (on-line) Druckabschätzung zu zeitaufwendig. Das Problem wurde in dem erfindungsgemäßen Steuerverfahren dadurch gelöst, daß auf ein tatsächliches Tastverhältnis zurückgegriffen wird, welches unter Einsatz des schematisch in Fig. 6 dargestellten Moduls erzeugt wird.

Ein Prozessor in dem Eingangssignal-Konditionierungsabschnitt des Mikrocomputers berücksichtigt eine inhärente Verzögerung zwischen dem befohlenen Tastverhältnis an den Eingangsanschlüssen 72 bis 78 und der Reaktion, die auf den Datenflußpfad 80 in Fig. 6 übertragen wird. Eine Kompensation dieser inhärenten Verzögerung wird an einer mit 82 bezeichneten Stelle durchgeführt. In dem in Fig. 6 dargestellten Beispiel beträgt die Verzögerung 0,025 Sekunden. Diese Verzögerung wird zu dem tatsächlichen Eingangszeitpunkt hinzuaddiert. Das bei 82 modifizierte Druckaufbau-Tastverhältnis wird zu einer Eingangsstelle 84 für ein Submodul 86 geliefert. Das bei 74 vorliegende Druckablaßventil-Tastverhältnis liegt bei 88 an.

Das Submodul 90 ist für die rechte Radbremse vorgesehen. Dieses Submodul empfängt das Druckaufbau-Tastverhältnis bei 76 und das Druckablaß-Tastverhältnis bei 78 für die Magnetventile 54 und 56. Nach der Modifikation mit der Zeitkonstanten bei 82 wird das Druckaufbau-Tastverhältnis bei 76 zu der Eingangsstel-

le 92 des Submoduls 90 und das Druckablaß-Tastverhältnis bei 78 zu der Eingangsstelle 94 übertragen.

Ein abgeschätzter Bremsdruck wird gemäß nachstehender Erläuterung während jeder Hintergrundschleife des Prozessors erzeugt. Der abgeschätzte Bremsdruck, welcher während einer Hintergrund-Steuerungsschleife erzeugt wird, die der augenblicklichen Steuerungsschleife vorausgeht, wird über einen Datenflußpfad 96 zu einem Eingangspunkt 98 des Submoduls 86 übertragen. Der gemessene Leitungsdruck, der dem Versorgungsdruck entspricht, wird dem Submodul 86 an einem Eingangspunkt 100 zugeführt. Die entsprechenden Eingangspunkte für das Submodul 90 sind bei 102 bzw. 104 dargestellt.

In Fig. 8 ist in Form eines Blockschaltbilds die Funktionsweise des Submoduls 86 und insbesondere des Superblocks 106 dargestellt. Das Eingangssignal zu einem Komparator oder Summenpunkt 108 in Fig. 8 ist ein mit 110 bezeichneter Leitungsdruck. Ein zweites Eingangssignal zu dem Summenpunkt 108 ist ein abgeschätzter Bremsdruck an der Stelle 112. Die Werte des Drucks bei 110 und 112 werden verglichen, und der Differenzdruck läuft über den Datenflußpfad 114 weiter. Ein Funktionsblock 116 erhält den Absolutwert des an den Datenflußpfad 114 gelieferten Differenzdruckes. Dieser Wert wird einer Einheitenumwandlung an einer Stelle 118 unterzogen, so daß der in der Einheit Bar gemessene Differenzdruck als eine Druckdifferenz in der Einheit psi in dem Funktionsflußpfad 120 ausgedrückt werden kann.

Unter Verwendung des Differenzdruckes bei 120 adressiert der Prozessor die Speichereinheit 122, welche eine Tabelle gespeichert hat, in der die Beziehung zwischen einem tatsächlichen Tastverhältnis und zwei Variablen gespeichert ist, nämlich dem Differenzdruck in dem Funktionsflußpfad 120 und einem befohlenen Tastverhältnis an einem Eingangspunkt 124. Unter Verwendung der Eingangswerte für den Differenzdruck und des befohlenen Tastverhältnisses wird ein momentaner Wert für das tatsächliche Tastverhältnis ermittelt und zu einem Punkt 126 übertragen.

Ein entsprechendes tatsächliches Tastverhältnis für das in Fig. 1 dargestellte Druckablaßventil 52 wird in ähnlicher Weise ermittelt. Dieses beinhaltet die Übertragung eines während der vorhergehenden Hintergrundschleife ermittelten abgeschätzten Druckes an eine Stelle 128 in Fig. 8. Dieser ist von der Wirkung her das Äquivalent zu dem Differenzdruck in dem Datenflußpfad 114, da der Leitungsdruck für das Druckablaßventil 52 Null ist, weil es mit dem Reservoir in Verbindung steht. Wie in dem Fall des Druckaufbauventils wird der an einer Stelle 128 herrschende Absolutwert des Druckes an einer Stelle 130 ermittelt und zu einer Stelle 132 übertragen.

Unter Anwendung des bei 118 dargestellten Konzepts erfolgt eine Einheitenumwandlung des Absolutwertes für den Druck. Wie in dem Falle des Druckaufbauventils wird ein tatsächliches Tastverhältnis für das Druckablaßventil ermittelt und zu einer Ausgangsstelle 134 übertragen. Die Eingangssignale für eine Speicherstelle 136 sind die an Stellen 138 bzw. 140 dargestellten Tabellenwerte für ein befohlenes Tastverhältnis und einen Differenzdruck.

Die Fig. 2, 3, 4 und 5 zeigen jeweils die Tabellendaten für den Erhalt eines tatsächlichen Tastverhältnisses für die Magnetventile 50, 52, 54 bzw. 56. Die Fig. 2 stellt das gegenüber dem tatsächlichen Tastverhältnis aufgetragene befohlene Tastverhältnis für eine Schar von Diffe-

renzdrücken dar. Diese Information wird durch empirische Tests ermittelt und ist in einem Superblock 106 des Submoduls und in den entsprechenden Superblöcken der anderen Submodule für jedes der weiteren Magnetventile 52, 54 und 56 gespeichert.

Der zum Verarbeiten des tatsächlichen Tastverhältnisses verwendete Bereich des Prozessors wird durch einen Superblock 142 dargestellt. Die in Fig. 7 dargestellte Eingangsstelle 144 empfängt die Information über das tatsächliche Tastverhältnis, die zu der Stelle 128 in Fig. 8 übertragen wurde. Der Leitungsdruck wird dem Superblock 142 an einer Stelle 146 zugeführt. Der abgeschätzte Bremsdruck, welcher während der nachstehend zu beschreibenden Verfahrensschritte ermittelt wird, wird einem Superblock 150 an einer Stelle 148 zugeführt.

Der Superblock 150, welcher eine Komponente des Superblocks 142 ist, weist einen Komparator 152 auf, der die Daten an Stellen 148 und 146 empfängt, deren Werte vergleicht und einen Differenzdruck an einer Stelle 154 ermittelt. Das tatsächliche Tastverhältnis an der Stelle 144 sowie der Differenzdruck bei 154 werden an einen Sub-Superblock 156 übertragen, welcher ein Teil des Superblocks 150 ist.

Der Superblock 156 ist in vergrößerter und detaillierter Form bei 156' in Fig. 7 dargestellt. Das tatsächliche Tastverhältnis für das Druckaufbauventil 50 wird zu der Stelle 158 übertragen, und der bei 154 dargestellte Differenzdruck wird zu einer Stelle 160 des Superblocks 156' übertragen, wo das Vorzeichen geändert wird, um einen Absolutwert zu erzeugen, und wo die Steuerungsvorrichtung die Quadratwurzel dieses Absolutwertes ermittelt. Das Ergebnis dieser Berechnung wird über einen Datenflußpfad 162 zu dem Block 164 übertragen, um die Simulation des Bremsdruckes für sehr kleine Druckdifferenzen über den Ventilen zu beschleunigen. Dies erfolgt durch Anwenden eines Multiplikators auf die Differenzdruckwerte in dem Datenflußpfad 162.

In einem Block 166 werden die die Quadratwurzel des Differenzdruckes bei 154 darstellenden Daten zu einem Eingabepunkt 168 übertragen. Das tatsächliche Tastverhältnis für das Druckaufbauventil 50 wird über den Datenflußpfad 158 zu dem Block 166 übertragen. Bei dem Block 166 findet eine Durchflußberechnung gemäß Darstellung durch die in Fig. 7 gezeigte Gleichung statt. In dieser Gleichung ist "Q" der Durchfluß, die Konstante C_D der Blendenkoeffizient, "A" die tatsächliche Querschnittsfläche, "DC_{eff}" das tatsächliche Tastverhältnis und "ΔP" der Differenzdruck.

Der Bremsendurchflußwert ist bei 170 angegeben.

Ein Block 172 empfängt ein tatsächliches Tastverhältnis für das Druckablaßventil an einer Stelle 174. Wie in dem Falle des Superblocks 150 empfängt ein Superblock 172 einen abgeschätzten Bremsdruck aus der vorhergehenden Hintergrundschleife des Mikroprozessors an einer Stelle 176. Der Superblock 172 arbeitet in einer zur vorstehend beschriebenen Funktionsweise des Superblocks 150 ähnlichen Art. Das Ausgangssignal bei 178 aus dem Superblock 172 entspricht dem Ausfluß aus dem Bremsventil 52.

An einer Stelle 180 erfolgt ein Vergleich zwischen den Durchflußwerten an den Stellen 170 und 178. Die Differenz der Durchflußwerte wird über einen Datenflußpfad 182 zu einem Integratorabschnitt 184 übertragen, welcher ein Differenzvolumen ΔV_b an einer Stelle 186 erzeugt. Dieser Wert wird über einen Datenflußpfad 186 zu einer Stelle 188 übertragen. Diese Stelle ist ein Register in einem Speicher, der Daten enthält, die die

Beziehung zwischen den Werten für AV_b und abgeschätzten Bremsdruckdaten darstellen, wie es schematisch durch das in Fig. 7 bei 188 dargestellte Kurvendigramm angezeigt wird, wobei der abgeschätzte Bremsdruck an der Ordinate und das Differenzvolumen ΔV_b an der Abszisse dargestellt ist.

Das Ausgangssignal aus der der Stelle 188 zugeordneten Nachschlagetabelle wird zu einer Ausgabestelle 190 sowie zu zwei Eingabestellen 148 und 176 für die Blöcke 150 bzw. 172 übertragen. Die Größe des abgeschätzten Bremsdruckes an der Stelle 190 wird als Eingangssignal für den Prozessor für die Ermittlung eines präziseren Tastverhältnisbefehls für den Druckaufbau der Antiblockier-Bremsfunktion, der Traktions-Steuerfunktion und der damit in Zusammenhang stehenden gesamten interaktiven Fahrzeugdynamik-Steuerung verwendet. Somit kann der Prozessor ein nutzbringendes Steuersignal mit reduziertem Durchfluß ohne komplizierte und zeitaufwendige Integrations Schritte erzeugen, welche erforderlich wären, wenn nicht aus einem sogenannten tatsächlichen Tastverhältnis Nutzen gezogen würde, indem schallphysikalische Prinzipien und experimentell ermittelte empirische Steuerungsdaten eingesetzt werden.

Patentansprüche

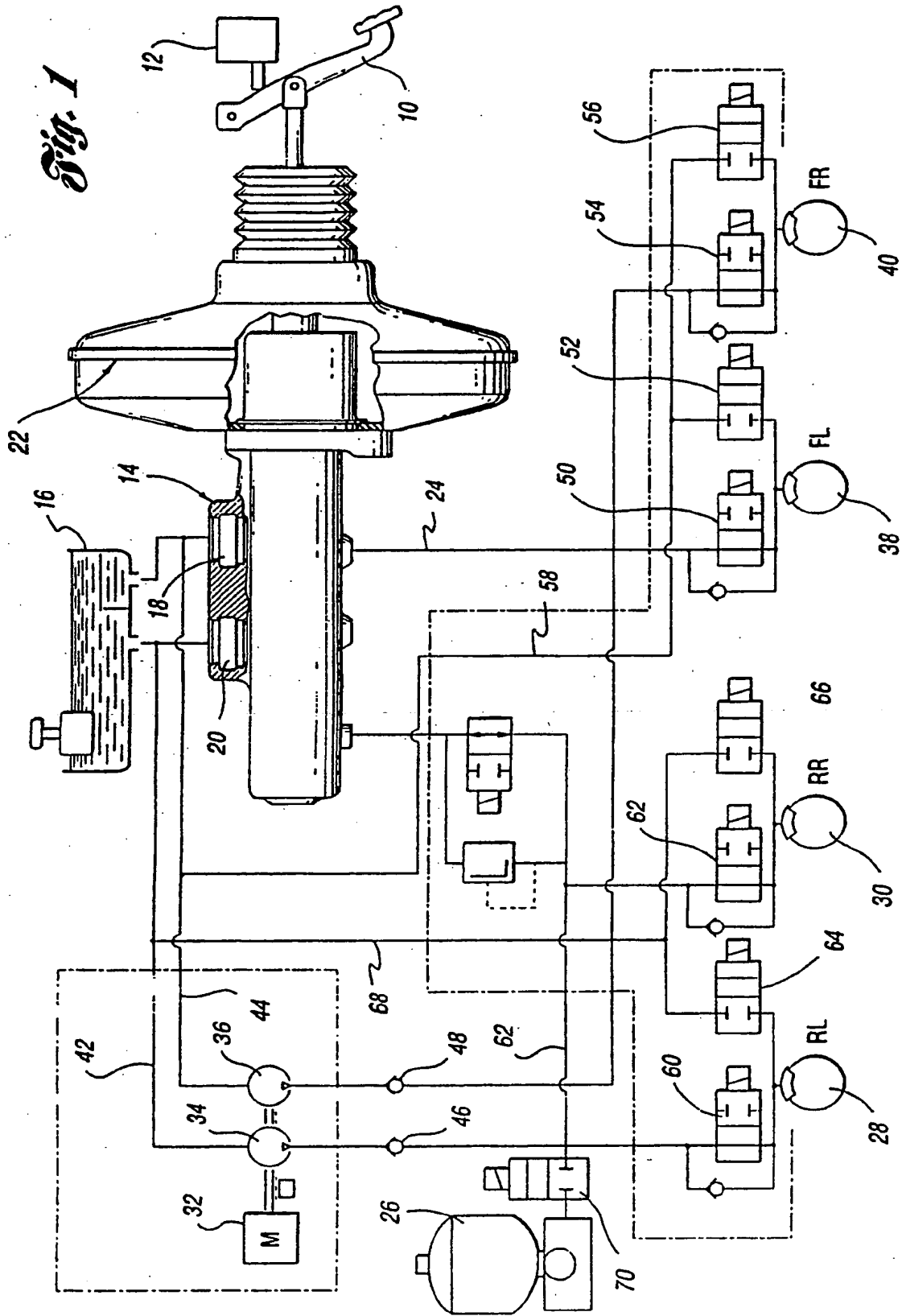
1. Verfahren zum Abschätzen des Drucks in einer hydraulischen Steuerungsvorrichtung mit fluiddruckbetätigten Elementen, wobei die fluiddruckbetätigten Elemente eine Fluiddruck-Arbeitskammer und eine mit den jeweiligen Fluiddruck-Arbeitskammern in Verbindung stehende Druckzuführungsleitung und eine magnetisch betätigte Druckverteilungs-Ventileinrichtung für jede Arbeitsdruckkammer zum Erzeugen einer gesteuerten Durchflußbegrenzung in der Druckzuführungsleitung aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren umfaßt:
den Einsatz einer Einrichtung zum Befehlen eines Magnetventil-Tastverhältnisses zum Aufbau einer gesteuerten Durchflußbegrenzung in der Zuführungsleitung für die Arbeitsdruckkammer;
Detektieren einer Druckdifferenz zwischen einem Zuführungsdruck in der Zuführungsleitung und einem Druck auf der Durchfluß-Auslaßseite der Druckverteilungs-Ventileinrichtung;
den Einsatz einer Einrichtung zum Ermitteln eines tatsächlichen Magnetventil-Tastverhältnisses unter Verwendung einer empirischen Beziehung zwischen einem befohlenen Tastverhältnis und einem tatsächlichen Tastverhältnis für verschiedene Werte des Differenzdruckes;
den Einsatz einer Einrichtung zum Berechnen des Differenzdurchflusses in die und aus der Druckverteilungs-Ventileinrichtung gemäß einer Funktionsbeziehung zwischen einem abgeschätzten Druck in zumindest einem druckbetätigten Element und dem tatsächlichen Tastverhältnis; und
den Einsatz einer Einrichtung zum Ermitteln des tatsächlichen Bremsdruckes gemäß einer empirischen Beziehung zwischen dem Differenzdurchfluß und dem tatsächlichen Bremsdruck.
2. Verfahren zum Abschätzen des Drucks in einer hydraulischen Steuerungsvorrichtung mit fluiddruckbetätigten Elementen, wobei die fluiddruckbetätigten Elemente eine Fluiddruck-Arbeitskammer und eine mit den jeweiligen Druckarbeitskam-

mern in Verbindung stehende Druckzuführungsleitung, eine magnetisch betätigte Druckaufbauventileinrichtung in der Zuführungsleitung, die eine gesteuerte Begrenzung in der Druckzuführungsleitung definiert, und eine magnetisch betätigte Druckablaßventileinrichtung, die mit der Druckarbeitskammer in Verbindung steht, aufweisen, um eine gesteuerte Durchflußbegrenzung zwischen den Druckarbeitskammern und einem Auslaßbereich aufzubauen, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren umfaßt:

- den Einsatz einer Einrichtung zum Befehlen eines Magnetventil-Tastverhältnisses für das Druckfüllventil zum Aufbau einer gesteuerten Durchflußbegrenzung in der Zuführungsleitung für die Arbeitsdruckkammer;
- den Einsatz einer Einrichtung zum Befehlen eines Magnetventil-Tastverhältnisses für die Druckablaßventileinrichtung zum Aufbau einer gesteuerten Durchflußbegrenzung zwischen der Durchflußauslaßseite des Füllventils und dem Auslaßbereich;
- Detektieren einer Druckdifferenz zwischen einem Zuführungsdruck in der Zuführungsleitung und einem Druck auf der Durchfluß-Auslaßseite des Druckaufbauventils;
- Detektieren einer Druckdifferenz zwischen einem Druck auf der Durchflußauslaßseite des Fluidventils und dem Durchfluß-Auslaßdruck in dem Auslaßbereich; und
- den Einsatz einer Einrichtung zum Berechnen des Durchflusses in die und aus der Füll- und Ablassventil-Verteilungseinrichtung gemäß einer Funktionsbeziehung zwischen integrierten Differenzdurchflüssen und dem tatsächlichen Bremsdruck.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das druckbetätigte Element eine Radbremse für ein Fahrzeugrad mit einem Bremsdruckzylinder ist, wobei die Druckarbeitskammer teilweise durch den Zylinder definiert ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsvorrichtung einen Mikroprozessor mit Speicherregistern aufweist, die eine Wertetabelle für das tatsächliche Tastverhältnis für verschiedene Werte des Differenzdruckes und des befohlenen, momentanen Tastverhältnisses enthalten.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Ermitteln des tatsächlichen Bremsdruckes die empirische Beziehung zwischen dem Differenzdurchfluß und dem tatsächlichen Bremsdruck, und Speicherregister für den Mikroprozessor umfaßt, in welchen die empirische Beziehung gespeichert ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



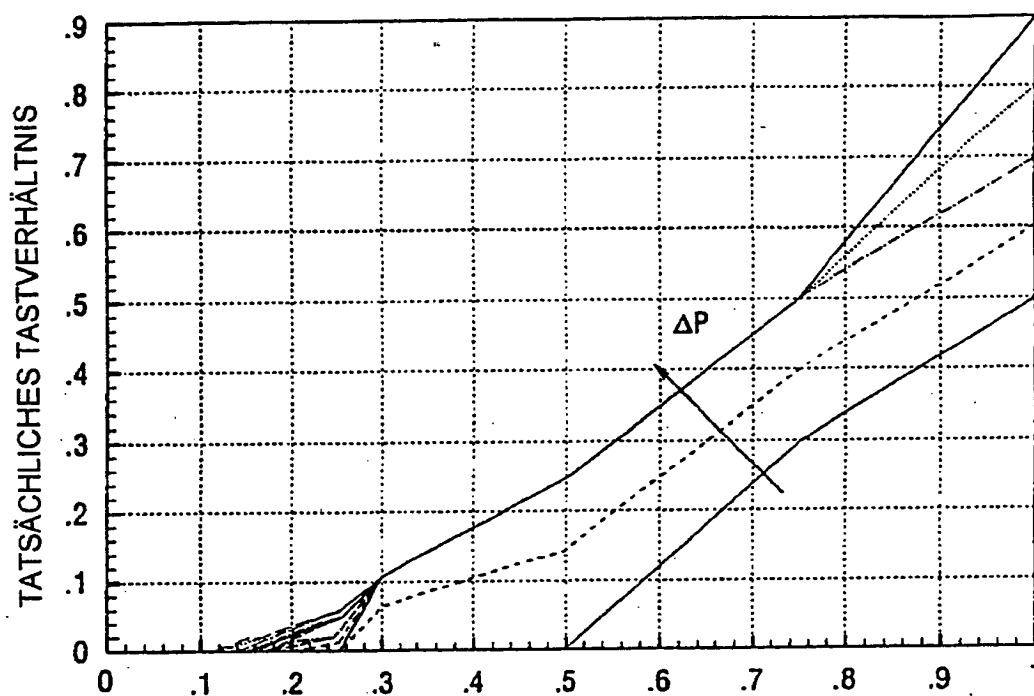


Fig. 2 BEFOHLENES TASTVERHÄLTNIS

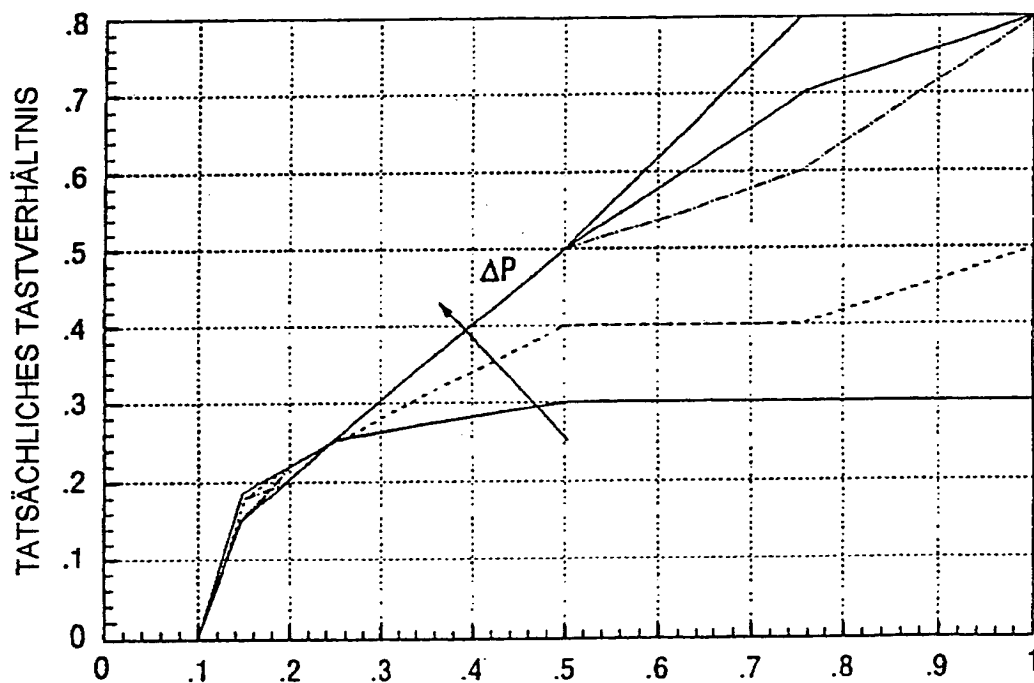


Fig. 3 BEFOHLENES TASTVERHÄLTNIS

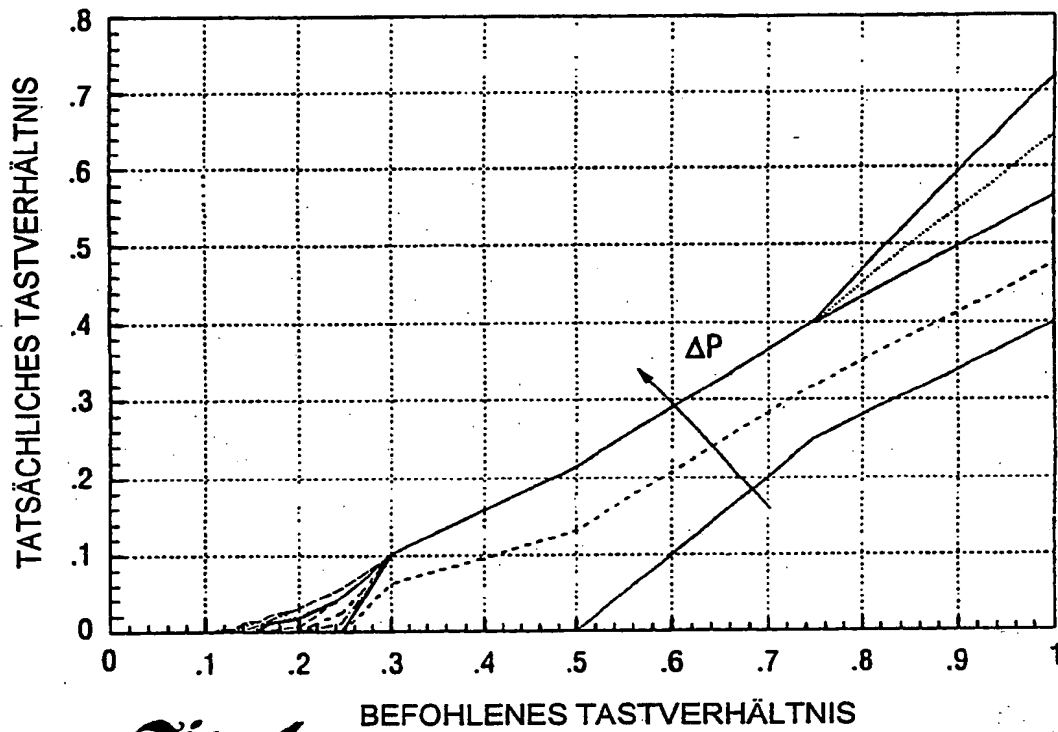


Fig. 4

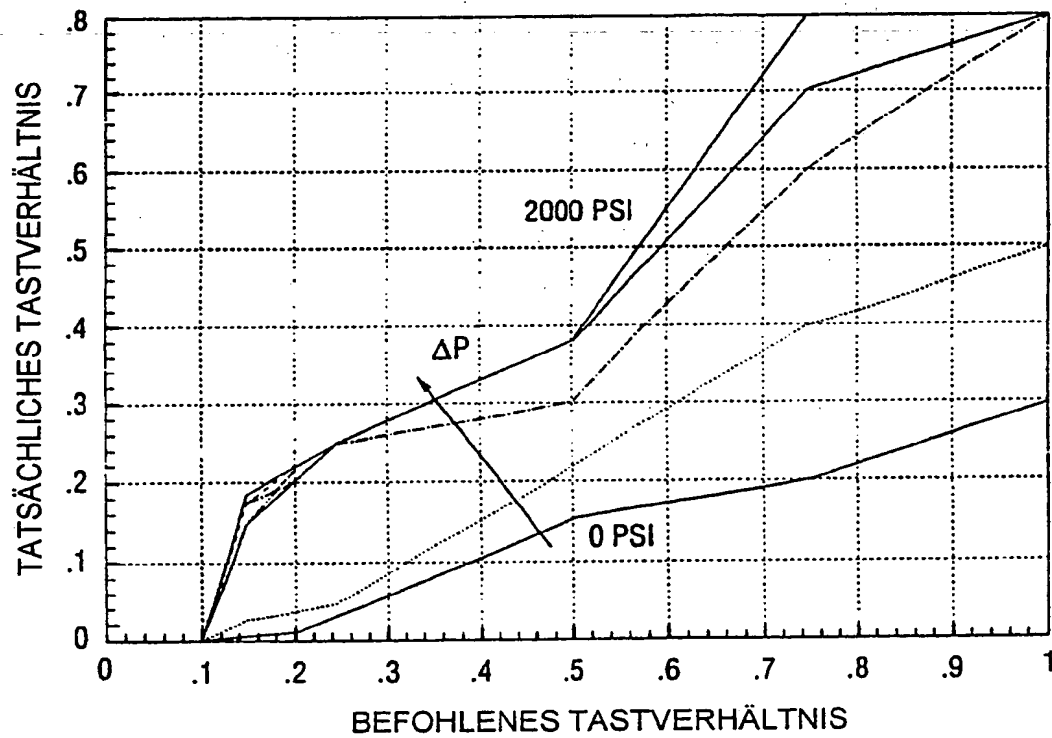


Fig. 5

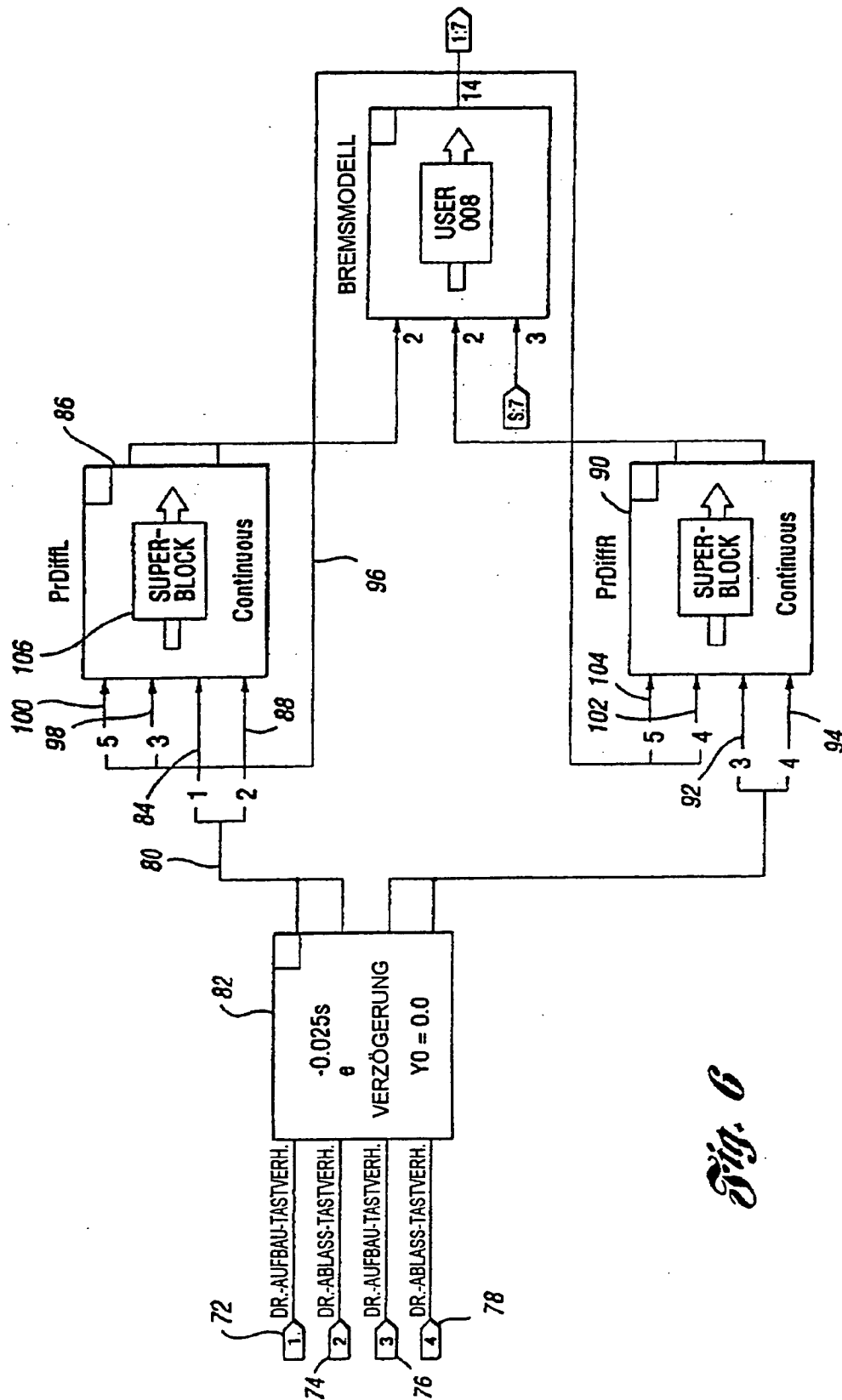
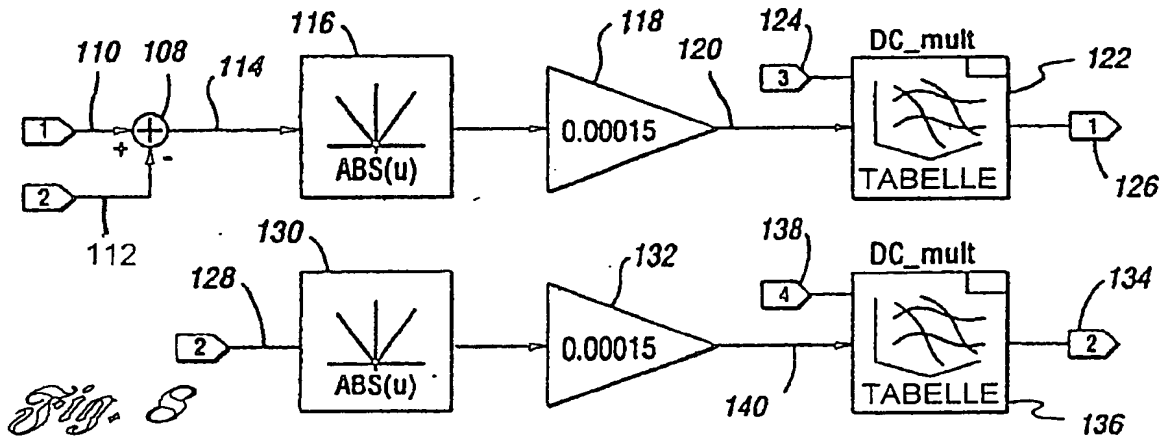
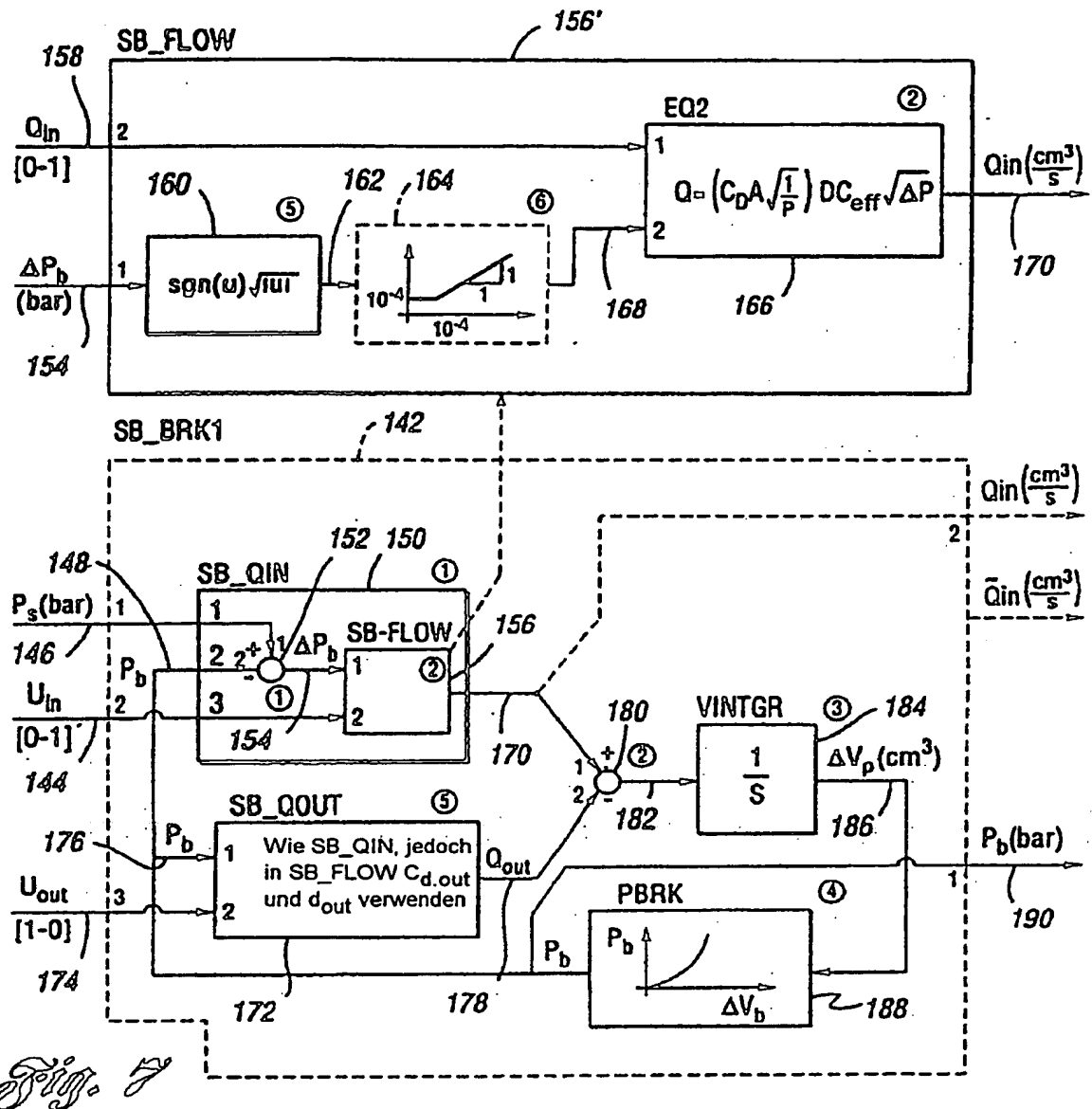


Fig. 6



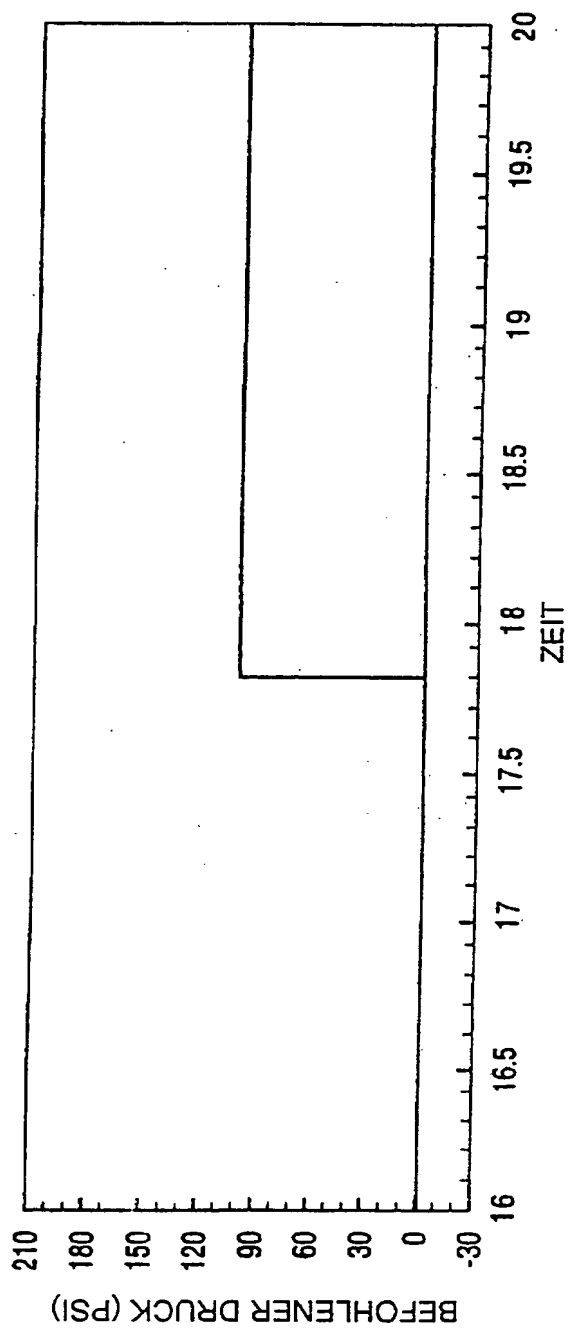


Fig. 9

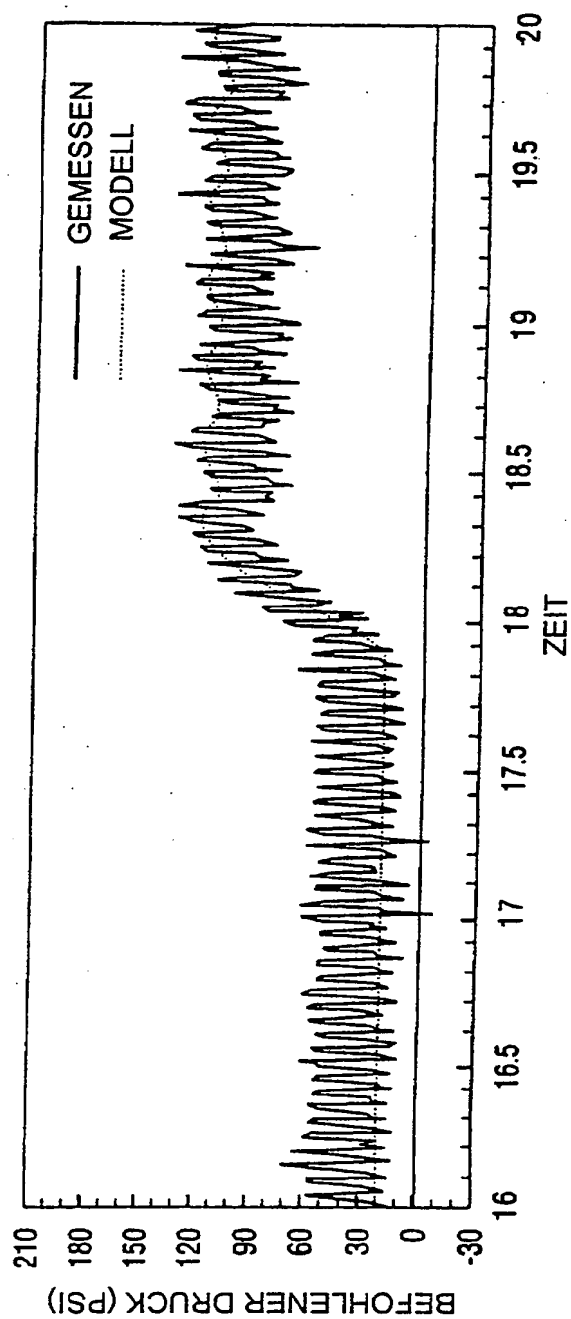


Fig. 10